

明 細 書

H G F 凍結乾燥製剤

技術分野

本発明は、肝実質細胞増殖因子を含有する凍結乾燥製剤に関する。

背景技術

肝実質細胞増殖因子 (Hepatocyte growth factor : 以下、本明細書において「H G F」と略す場合がある。) は肝実質細胞の増殖活性を有するタンパク質であり、種々の動物種においてその存在が知られており、異なったアミノ酸配列を有するものが報告されている。ヒト肝実質細胞増殖因子 (以下、本明細書において「h H G F」と略す場合がある。) は、大工原らにより劇症肝炎患者血漿より見出され (特開昭 63-22526 号公報)、その後、喜多村らにより h H G F タンパク質のアミノ酸配列及びそれをコードする遺伝子 (c D N A) 配列が明らかにされた (特開平 3-72883 号公報)。さらにこの c D N A を用いた h H G F タンパク質の生産方法及び形質転換体が報告されるにいたり (特開平 3-285693 号公報)、h H G F タンパク質の大量生産が可能となり医薬品としての応用が期待されている。

h H G F は糖タンパク質の一種であり、分子量は非還元状態では約 80~90 KDa、還元状態では約 52~56 KDa の α サブユニットと約 30~36 KDa の β サブユニットからなるヘテロダイマーである。h H G F は、肝細胞増殖因子としての活性のほか、スキャター因子 (scatter factor ; SF) 活性、腎臓尿細管上皮細胞増殖因子活性、損傷組織修復因子活性、血管内皮細胞増殖因子活性など多様な生物活性を有しており、肝臓疾患治療薬、腎臓疾患治療薬、脳神経障害治療剤、育毛促進剤、創傷治療薬、抗腫瘍治療薬などの医薬としての開発が期待されている。

H G F の製剤については、W090/10651 公報、特開平 6-247872 号公報、及び特開平 9-25241 号公報に記載がある。上記 W090/10651 公報には、H G F と比較して

アミノ酸5残基が欠失したデリーションタイプのHGF（TCF）の水溶液製剤が開示されており、アルブミン、ヒト血清、ゼラチン、ソルビトール、マンニトール、キシリトール等がTCFを水溶液中で安定化することが教示されている。特開平6-247872号公報には、塩基性アミノ酸等とTCFを共存させることにより、TCFを5～10 mg/mLの高濃度に含有させた注射剤が開示されている。この刊行物にはTCFの水溶液での溶解性が言及されており、TCFを高濃度に含有させた水溶液が開示されているが、塩基性アミノ酸（リジン、アルギニン）は注射液剤の「溶解補助剤」として用いられている。

しかしながら、HGFの水溶液製剤は、中性pHにおいて溶解性が急激に低下し、低温又は室温で数日間保存すると凝集、白濁、ゲル化が進行するという問題を有している。また、類縁体・重合体が形成されるなど物理化学的安定性が低く、生物活性が低下するなど製剤安定性が低く、生物学的活性の点からも長期間の保存には適しない。さらに、HGFの水溶液製剤は、振とう攪拌による泡立ち等により凝集、白濁、ゲル化を引き起こし、長期間の保存及び流通運搬の際に製剤品質の低下、薬効の低減がもたらされる。このため、HGFの製剤としては、凍結乾燥製剤が好適である。

特開平9-25241号公報にはHGF（TCF）の凍結乾燥製剤が開示されているが、本発明とは異なり、クエン酸塩を緩衝液として用い、安定化剤としてグリシン、アラニン、ソルビトール、マンニトール等を用いることにより、長期間にわたり安定な高濃度HGF（TCF）凍結乾燥製剤を提供できることが教示されている。しかしながら、この凍結乾燥製剤は、緩衝液としてクエン酸を用いるために再溶解後のpHが酸性条件であり、また溶液の浸透圧が高いために、注射投与の際の痛み、投与部位での炎症反応、溶血現象を誘起するなどの問題を有している。

また、HGFは極めて生理活性の強い物質であり、医薬として使用する場合には非常に低濃度の製剤として臨床の場に提供される必要があるが、本発明者らの研究によれば、特開平9-25241号公報に記載されたグリシン又はアラニンを含む

HGF (TCF) の凍結乾燥製剤では、高濃度のHGFを含む水溶液から製造した凍結乾燥製剤は保存時に重合体の生成は少ないものの、臨床適用にあたり望まれる低濃度のHGF (一般的にはHGFが5 mg/mL 未満の濃度であり、例えば2 mg/mL 程度である。)を含む水溶液をグリシン又はアラニンの存在下で凍結乾燥した製剤は保存時に重合体の生成が認められた。従って、特開平9-25241号公報に記載されたグリシン又はアラニンは高濃度のHGFを凍結乾燥する場合の安定化剤としては有用であるものの、低濃度のHGFを凍結乾燥する場合の安定化剤としては不十分であり、低濃度のHGFを含む水溶液から重合体の生成しにくい、長期保存安定性に優れた凍結乾燥製剤を製造する方法の開発が求められていた。

発明の開示

本発明の課題は、低濃度のHGFを含む水溶液を調製可能なHGF凍結乾燥製剤を提供することにある。より具体的には、保存安定性に優れ、再溶解時に凝集、白濁、ゲル化などを生じないHGF凍結乾燥製剤を提供することが本発明の課題である。また、凍結乾燥時に良好なケーキ形成性を有し、再溶解性に優れた凍結乾燥製剤を提供することも本発明の課題である。さらに、注射剤として望ましいpHおよび浸透圧比を有する上記製剤を提供することも本発明の課題である。

本発明者らは上記の課題を解決すべく鋭意研究を行った結果、HGFの濃度を5 mg/mL 未満として安定化剤、塩化ナトリウム、及び緩衝剤の存在下で凍結乾燥を行うと、ケーキ形成性、溶解性、長期保存安定性の良好な凍結乾燥製剤を製造することができること、及び該凍結乾燥製剤の製造時及び凍結乾燥製剤の保存時に重合体が生成せず、該凍結乾燥製剤が極めて高い安定性を有していることを見出した。また、この凍結乾燥製剤から調製された水溶液には凝集、白濁、ゲル化などが生じないこと、及びこのように希薄なHGFを含む水溶液が臨床的に十分な薬効を発揮できることも見出した。本発明は、上記の知見を基にして完成されたものである。

すなわち、本発明により、

肝実質細胞増殖因子、肝実質細胞増殖因子の重合体生成を防止するための安定化剤、塩化ナトリウム、及び緩衝剤を含有する凍結乾燥製剤であって、肝実質細胞増殖因子を 5 mg/mL 未満の濃度で含有する水溶液から調製される製剤；

肝実質細胞増殖因子、肝実質細胞増殖因子の重合体生成を防止するための安定化剤、塩化ナトリウム、及び緩衝剤を含有する凍結乾燥製剤であって、再溶解により肝実質細胞増殖因子を 5 mg/mL 未満の濃度で含有する水溶液を調製するための製剤；及び、

肝実質細胞増殖因子、肝実質細胞増殖因子の重合体生成を防止するための安定化剤、塩化ナトリウム、及び緩衝剤を含有する凍結乾燥製剤であって、肝実質細胞増殖因子を 5 mg/mL 未満の濃度で含有する水溶液から調製され、かつ再溶解により肝実質細胞増殖因子を 5 mg/mL 未満の濃度で含有する水溶液を調製するための製剤

が提供される。

これらの H G F 凍結乾燥製剤は凍結乾燥時及び凍結乾燥後の長期保存に際しても H G F の重合体が生成せず、優れた安定性を有している。また、凍結乾燥製剤から調製された水溶液には凝集、白濁、ゲル化などの生成がなく、かつ該水溶液を保存した場合にも重合体が生成しにくいという特徴を有している。

通常、バイアル中に凍結乾燥製剤を調製するために用いられる水溶液と、得られた凍結乾燥製剤をバイアル中で溶解して調製される水溶液には、同濃度の有効成分が含まれることが望ましい。従って、本発明の製剤は、好ましくは H G F を 5 mg/mL 未満の濃度で含有する水溶液をバイアル中又はアンプル中で凍結乾燥することにより製造できる。また、本発明の製剤は、凍結乾燥前及び／又は再溶解後の水溶液が注射剤として望ましい 5 から 6.5 の範囲の pH を有することが好ましく、さらに、本発明の製剤は、凍結乾燥前及び／又は再溶解後の水溶液が、注射剤として望ましい浸透圧、例えば、生体とほぼ等張又は注射剤の浸透圧比として許容される浸透圧比（1～2）を有することが好ましい。

本発明の好ましい態様によれば、安定化剤がアルギニン、リジン、ヒスチジン、

グルタミン、プロリン、グルタミン酸、アスパラギン酸、硫酸化多糖類、及びこれらの薬理上許容される塩からなる群から選ばれる安定化剤である上記HGF凍結乾燥製剤；安定化剤がアルギニン、リジン、ヒスチジン、グルタミン酸、アスパラギン酸、及びこれらの薬理上許容される塩からなる群から選ばれる上記HGF凍結乾燥製剤；安定化剤がアルギニン、リジン、ヒスチジン、及びこれらの薬理上許容される塩からなる群から選ばれる上記HGF凍結乾燥製剤；安定化剤がアルギニン、リジン、及びこれらの薬理上許容される塩からなる群から選ばれる上記HGF凍結乾燥製剤が提供される。これらの安定化剤は、好ましくは凍結乾燥時及び／又は凍結乾燥後の保存時におけるHGFの重合体生成を防止するのに十分な量で上記製剤中に配合される。

また、本発明の別の好ましい態様によれば、緩衝剤がリン酸塩である上記HGF凍結乾燥製剤；さらに界面活性剤を含有する上記HGF凍結乾燥製剤；界面活性剤が非イオン性界面活性剤である上記HGF凍結乾燥製剤；非イオン性界面活性剤がポリオキシエチレンエーテル系界面活性剤である上記凍結乾燥製剤が提供される。

また、別の観点からは、HGFを5 mg/mL未満の濃度で含有する水溶液を凍結乾燥するために用いるHGFの安定化剤であって、アルギニン、リジン、ヒスチジン、グルタミン、プロリン、グルタミン酸、アスパラギン酸、硫酸化多糖類、及びこれらの薬理上許容される塩からなる群から選ばれる安定化剤が本発明により提供される。好ましい安定化剤は、アルギニン、リジン、ヒスチジン、グルタミン酸、アスパラギン酸、及びこれらの薬理上許容される塩からなる群から選ばれ、特に好ましい安定化剤はアルギニン、リジン、及びこれらの薬理上許容される塩からなる群から選ばれる。この安定化剤は、HGFを5 mg/mL未満の濃度で含有する水溶液の凍結乾燥時及び凍結乾燥後の保存時におけるHGFの重合体生成を防止することができる。

さらに、本発明により、上記安定化剤及び5 mg/mL未満の濃度のHGFを含有する水溶液を凍結乾燥して得ることができ、再溶解により5 mg/mL未満の濃度の

HGFを含有する水溶液を調製するためのHGF凍結乾燥製剤が提供される。上記の凍結乾燥製剤の好ましい製剤は、上記安定化剤（好ましくはアルギニン、リジン、及びこれらの薬理上許容される塩からなる群から選ばれる安定化剤）、5 mg/mL 未満の濃度のHGF、塩化ナトリウム、及び緩衝剤を含有する水溶液をバイアル中で凍結乾燥して得ることができる。

発明の実施するための最良の形態

本発明の凍結乾燥製剤に含まれるHGFの種類は特に限定されない。例えば、HGFを含有することが知られているヒトやラット等のほ乳動物由来の体液や組織、または自発的にHGFを産生する細胞から天然のHGFを単離してもよいが、遺伝子組換え法により該増殖因子cDNAを細胞に導入して得られる組換えHGFを用いてもよい。組換えHGFを産生させる宿主としては、大腸菌、枯草菌、酵母、糸状菌、植物細胞、昆虫細胞、動物細胞などが挙げられる。具体例には、組換えHGFとして、例えば、上記ほ乳動物由来の胎盤、肝障害患者肝組織及び血液、MRC-5 細胞、IMR-9 細胞などの線維芽細胞株、あるいは特開平 3-285693 号公報に記載された方法に従い hHGF をコードする cDNA を含む発現ベクターを CHO 細胞等の宿主に導入した産生株などから得られたものを挙げることができる。

また、HGFとしては、シグナル配列を有する蛋白質などの前駆体蛋白質や、肝実質細胞を増殖させる活性を損なわない範囲において一部のアミノ酸を置換、欠失、及び／又は挿入した修飾蛋白質や糖類を欠失又は置換した改変体を用いてもよい。改変体としては、例えば、特開平 2-288899 号公報、W090/10651 号公報、特開平 3-130091 号公報、同 3-255096 号公報、同 4-30000 号公報、Nature, 342, 440-443(1989)等に記載されたものを挙げることができる。

本発明の凍結乾燥製剤に好適に用いられるHGFとして、以下の理化学的性質を有する蛋白性因子を挙げることができる。またHGFはヒト由来のものであることが好ましく、特に好ましいHGFとして、特開平 3-72883 号公報及び特開平

4-89499 号公報に記載のアミノ酸配列で表されるものを挙げるができる。

1) SDS-PAGE (非還元条件下) による推定分子量が約 76,000~92,000 である、

2) 肝実質細胞を増殖させる活性を有する、及び

3) ヘパリンに対して強い親和性を有する。

さらに、好ましい HGF は、上記の理化学的性質に加えて、

4) 80°C、10 分間の加熱処理により上記活性が失活する、及び

5) トリプシンによる消化処理及びキモトリプシンによる消化処理により上記活性が失活する、

を有する。

HGF、緩衝剤、及び塩化ナトリウムの 3 成分を含む HGF 凍結乾燥製剤 (特開平 6-247872 号公報又は特開平 9-25241 号公報に記載のもの: HGF 濃度は 5~20 mg/mL) において、HGF の沈殿などの問題を回避するために HGF の含有量を低下させると、凍結乾燥工程において良好なケーキが得られないという問題があり、さらに、上記 3 成分から得られた凍結乾燥製剤を再溶解した水溶液では、凝集、白濁、ゲル化が認められ、十分な物理化学的安定性を達成できないという問題もある。従って、凍結乾燥により良好なケーキ形状を与え、かつ長期間の保存安定性に優れた水溶液を製造できる凍結乾燥製剤を調製するためには、ケーキ形成性および水溶液における保存安定性の改善を目的とした添加剤の添加が必須である。

本発明の凍結乾燥製剤は、HGF を 5 mg/mL 未満の濃度で含む水溶液から調製され、及び/又は凍結乾燥製剤から製造される水溶液が HGF を 5 mg/mL 未満の濃度で含むように調製される。好ましくは、凍結乾燥前及び/又は再溶解後の水溶液が、注射剤として望ましい pH と、生体とほぼ等張又は注射剤の浸透圧比として許容される浸透圧比 (1~2) を有するように調製することができる。本発明の凍結乾燥製剤は、保存安定性に優れるという特徴を有している。また、凍結乾燥工程により良好な凍結乾燥ケーキを形成することができ、凍結乾燥製剤を再

溶解した水溶液では、凝集、白濁、ゲル化などの問題がなく、十分な物理化学的安定性を達成できるという特徴がある。さらに、臨床適用した場合には、所望の薬理作用を十分に発揮することができる。

安定化剤としては、アルギニン；リジン；ヒスチジン；グルタミン；プロリン；グルタミン酸；アスパラギン酸；ヘパリン、コンドロイチン硫酸、デルマトン硫酸、ヘパラン硫酸、ケタラン硫酸、デキストラン硫酸等の硫酸化多糖類；およびこれらの薬理上許容される塩を挙げることができる。薬理上許容される塩としては、ナトリウム塩、カリウム塩等のアルカリ金属塩等を挙げることができる。これら安定化剤は、二種類以上を組み合わせ用いてもよい。好ましい安定化剤としては、アルギニン、リジン、ヒスチジン、グルタミン酸、アスパラギン酸等を挙げることができる。これらのうち、アルギニン、リジン、ヒスチジン、又はこれらの組み合わせが特に好ましい。安定化剤の添加量は、HGFの保存安定性を達成できる量であれば特に制限はされないが、好ましくはHGFの重量に対して0.01～100 倍の重量であり、特に好ましくは0.1～30 倍の重量が挙げられる。

緩衝剤としては、凍結乾燥前及び再溶解後の水溶液のpHを調整し、HGFの溶解性を保つ作用を有するものであれば特に限定されないが、例えば、リン酸バッファー、クエン酸バッファー、酢酸バッファーなどを用いることができる。緩衝剤として、好ましくは、リン酸バッファーを用いることができ、特に好ましくはリン酸ナトリウムバッファーを用いることができる。緩衝剤の添加量は、例えば、再溶解後の水量に対して1～100 mM程度である。

塩化ナトリウムは、凍結乾燥前及び再溶解後の水溶液においてHGFの溶解性を向上させるが、必要以上に添加すると浸透圧を高めるので好ましくない。一般的には、生体と等張となるような浸透圧を達成できる量を添加すればよく、特に注射剤の浸透圧比として許容される浸透圧比1～2が好ましく、例えば再溶解後の水量に対して140 mMとすることが好ましい。

HGFは、中性pHにおいてHGFの等電点（ $pI = 7 \sim 8$ ）と重なるために溶解度が急激に低下するという問題を有している。例えば、140 mM 塩化ナトリウ

ムを含有する 10 mM リン酸ナトリウム緩衝液 (PBS ; 室温) において pH 7.0 ~ 7.5 付近では 1.0 mg/mL 弱の低い溶解度を示すが、pH 5.0 付近では 5 mg/mL 以上の溶解度を示し、HGF の溶解度は低 pH 側で高くなる。また、塩化ナトリウム濃度 0.14 M では HGF の溶解度は 1 mg/mL 程度であり、0.3 M 以上とすると HGF は 5 mg/mL 以上の濃度で溶解する。従って、HGF の溶解度を上昇させるためには、pH を 5 以下の酸性条件とするか、あるいは塩化ナトリウム濃度を 0.3 M 以上に上げることも考えられる。本発明の製剤においては、凍結乾燥前及び／又は再溶解後の水溶液の pH を弱酸性領域、具体的には pH 4.0 ~ 6.5、好ましくは pH 5.0 ~ 6.5 に調整することが好ましい。このような pH 領域においては、重合体生成が抑制される。

本発明の HGF 凍結乾燥製剤には、さらに界面活性剤を添加することが望ましい。HGF は容器の材質であるガラスや樹脂などに吸着しやすく、特に低濃度においては HGF の容器への吸着は投与薬液中の薬物含量の低下につながる。界面活性剤を添加することによって、再溶解後の HGF の容器への吸着を防止することができる。界面活性剤としては、例えば、ポリソルベート 80、ポリソルベート 20、HCO-40、HCO-60、プルロニック F-68、ポリエチレングリコール等の非イオン性界面活性剤を挙げることができ、これらを二種以上組み合わせて用いてもよい。界面活性剤として特に好ましくは、ポリオキシエチレンエーテル系界面活性剤 (ポリソルベート 80 等) を用いることができる。界面活性剤の添加量は、例えば、再溶解後の水重量に対して 0.001 ~ 2.0% の範囲である。

本発明の HGF 凍結乾燥製剤は、HGF を含有する水溶液を通常の方法で凍結乾燥することにより製造できる。例えば、HGF、安定化剤、塩化ナトリウム、及び緩衝剤を注射用蒸留水に溶解し、必要に応じて界面活性剤を添加した後、濾過滅菌してバイアル又はアンプル等の容器に分注して凍結乾燥することができる。本発明の HGF 凍結乾燥製剤は、製剤化に必要な他の添加剤、例えば、酸化防止剤、防腐剤、賦形剤、無痛化剤などを含んでもよい。凍結乾燥方法としては、例えば、(1) 常圧下で冷却凍結する凍結過程、(2) 溶質に拘束されない自由水

を減圧下で昇華乾燥する一次乾燥過程、(3)溶質固有の吸着水や結晶水を除去する2次乾燥過程の3つの単位操作による方法が挙げられるが(Pharm. Tech. Japan, 8(1), 75-87, 1992)、本発明の凍結乾燥製剤の製造方法はこの方法に限定されることはない。本発明の凍結乾燥製剤は、使用に際して、HGF濃度が5 mg/mL未満となるように注射用蒸留水などの溶媒を加えて溶解すればよい。

実施例

以下、実施例を挙げて本発明をさらに詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

例1：低濃度HGF凍結乾燥製剤の作製（比較例）

140 mM 塩化ナトリウム、0.01%ポリソルベート 80 を含有する 10 mM リン酸緩衝液 (pH6.5) に HGF 1 mg/mL となるように溶解し、無菌濾過した後に HGF 水溶液を得る。本水溶液の pH を調整した後に、無菌的にバイアル瓶に 2 mL ずつ充填し、表 1 に示す条件に従って凍結乾燥して、低濃度 HGF 凍結乾燥製剤を得ることができる。なお、表中「→」は、温度を変化させることを示す。

表 1

	凍結過程		一次乾燥過程		二次乾燥過程	
温度 (°C)	20→ -40	-40	-40 → -20	-20	-20→ 20	20
時間 (Hr)	1	5	3	48	2	24
圧力 (mmHg)	760	760	<1	<1	<1	<1

例2：低濃度HGF凍結乾燥製剤の作製（比較例）

140 mM 塩化ナトリウム、0.01%ポリソルベート 80 を含有する 10 mM リン酸緩衝液 (pH6.5) に HGF 5 mg/mL となるように加温溶解し、無菌濾過した後に HGF 水溶液を得る。本水溶液の pH を調整した後に、無菌的にバイアル瓶に 2 mL

ずつ充填し、表 1 に示す条件に従って凍結乾燥して、低濃度 H G F 凍結乾燥製剤を得ることができる。

例 3：高濃度 H G F 凍結乾燥製剤の作製（比較例）

140 mM 塩化ナトリウム、100 mM アルギニン、0.01%ポリソルベート 80 を含有する 10 mM リン酸緩衝液（pH6.5）に H G F 10 mg/mL となるように溶解し、無菌濾過した後に H G F 水溶液を得る。本水溶液の pH を調整した後に、無菌的にバイアル瓶に 2 mL ずつ充填し、表 1 に示す条件に従って凍結乾燥して、高濃度 H G F 凍結乾燥製剤を得ることができる。

例 4：低濃度 H G F 凍結乾燥製剤の作製（比較例）

300 mM 塩化ナトリウム、0.01%ポリソルベート 80 を含有する 10 mM クエン酸緩衝液（pH5.0）に H G F 1 mg/mL となるように溶解し、無菌濾過した後に H G F 水溶液を得る。本水溶液の pH を調整した後に、無菌的にバイアル瓶に 2 mL ずつ充填し、表 1 に示す条件に従って凍結乾燥して、低濃度 H G F 凍結乾燥製剤を得ることができる。

例 5：低濃度 H G F 凍結乾燥製剤の作製（比較例）

300 mM 塩化ナトリウム、5%グリシン、0.01%ポリソルベート 80 を含有する 10 mM クエン酸緩衝液（pH5.0）に H G F 1 mg/mL となるように溶解し、無菌濾過した後に H G F 水溶液を得る。本水溶液の pH を調整した後に、無菌的にバイアル瓶に 2 mL ずつ充填し、表 1 に示す条件に従って凍結乾燥して、低濃度 H G F 凍結乾燥製剤を得ることができる。

例 6：低濃度 H G F 凍結乾燥製剤の作製（比較例）

300 mM 塩化ナトリウム、5%アラニン、0.01%ポリソルベート 80 を含有する 10 mM クエン酸緩衝液（pH5.0）に H G F 1 mg/mL となるように溶解し、無菌濾過し

た後に H G F 水溶液を得る。本水溶液の pH を調整した後に、無菌的にバイアル瓶に 2 mL ずつ充填し、表 1 に示す条件に従って凍結乾燥して、低濃度 H G F 凍結乾燥製剤を得ることができる。

例 7：低濃度凍結乾燥製剤の作製（本発明）

140 mM 塩化ナトリウム、100 mM アルギニンを含有する 10 mM リン酸緩衝液（pH6.5）に H G F 1 mg/mL となるように溶解し、無菌濾過した後に H G F 水溶液を得る。本水溶液の pH を調整した後、無菌的にバイアル瓶に 2 mL ずつ充填し、例 1 の凍結乾燥の条件と同様の条件により低濃度 H G F 凍結乾燥製剤を得ることができる。この製剤は使用時に 2 mL の注射用蒸留水に溶解することにより H G F を 1 mg/mL 含有し、注射剤として許容される pH および浸透圧比（1.5；ほぼ等張）を有する注射液とすることができる。

例 8：低濃度凍結乾燥製剤の作製（本発明）

140 mM 塩化ナトリウム、100 mM アルギニン、0.01%ポリソルベート 80 を含有する 10 mM リン酸緩衝液（pH6.5）に H G F 1 mg/mL となるように溶解し、無菌濾過した後に H G F 水溶液を得る。本水溶液の pH を調整した後、無菌的にバイアル瓶に 2 mL ずつ充填し、例 1 の凍結乾燥の条件と同様の条件により低濃度 H G F 凍結乾燥製剤を得ることができる。

例 9：低濃度凍結乾燥製剤の作製（本発明）

140 mM 塩化ナトリウム、100 mM アルギニン、0.01%ポリソルベート 80 を含有する 10 mM リン酸緩衝液（pH6.5）に H G F 2 mg/mL となるように溶解し、無菌濾過した後に H G F 水溶液を得る。本水溶液の pH を調整した後、無菌的にバイアル瓶に 2 mL ずつ充填し、例 1 の凍結乾燥の条件と同様の条件により低濃度 H G F 凍結乾燥製剤を得ることができる。

例 1 0 : 低濃度凍結乾燥製剤の作製 (本発明)

140 mM 塩化ナトリウム、100 mM アルギニン、0.01%ポリソルベート 80 を含有する 10 mM リン酸緩衝液 (pH6.5) に H G F 3 mg/mL となるように溶解し、無菌濾過した後に H G F 水溶液を得る。本水溶液の pH を調整した後、無菌的にバイアル瓶に 2 mL ずつ充填し、例 1 の凍結乾燥の条件と同様の条件により低濃度 H G F 凍結乾燥製剤を得ることができる。

例 1 1 : 低濃度凍結乾燥製剤の作製 (本発明)

140 mM 塩化ナトリウム、100 mM アルギニン、0.01%ポリソルベート 80 を含有する 10 mM リン酸緩衝液 (pH6.5) に H G F 4 mg/mL となるように溶解し、無菌濾過した後に H G F 水溶液を得る。本水溶液の pH を調整した後、無菌的にバイアル瓶に 2 mL ずつ充填し、例 1 の凍結乾燥の条件と同様の条件により低濃度 H G F 凍結乾燥製剤を得ることができる。

例 1 2 : 低濃度凍結乾燥製剤の作製 (比較例)

140 mM 塩化ナトリウム、100 mM アルギニン、0.01%ポリソルベート 80 を含有する 10 mM リン酸緩衝液 (pH6.5) に H G F 5 mg/mL となるように溶解し、無菌濾過した後に H G F 水溶液を得る。本水溶液の pH を調整した後、無菌的にバイアル瓶に 2 mL ずつ充填し、例 1 の凍結乾燥の条件と同様の条件により低濃度 H G F 凍結乾燥製剤を得ることができる。

例 1 3 : 低濃度凍結乾燥製剤の作製 (本発明)

例 8 において、10 mM リン酸緩衝液 (pH6.5) の代わりに 10 mM リン酸緩衝液 (pH6.0) を用いて、H G F 1 mg/mL となるように溶解し、低濃度 H G F 凍結乾燥製剤を得ることができる。

例 1 4 : 低濃度凍結乾燥製剤の作製 (本発明)

例 8 において、10 mM リン酸緩衝液 (pH6.5) の代わりに 10 mM リン酸緩衝液 (pH5.5) を用いて、H G F 1 mg/mL となるように溶解し、低濃度 H G F 凍結乾燥製剤を得ることができる。

例 1 5 : 低濃度凍結乾燥製剤の作製 (本発明)

例 8 において、10 mM リン酸緩衝液 (pH6.5) の代わりに 10 mM リン酸緩衝液 (pH5.0) を用いて、H G F 1 mg/mL となるように溶解し、低濃度 H G F 凍結乾燥製剤を得ることができる。

例 1 6 : 低濃度凍結乾燥製剤の作製 (本発明)

例 8 において、10 mM リン酸緩衝液 (pH6.5) の代わりに 10 mM リン酸緩衝液 (pH7.2) を用いて、H G F 1 mg/mL となるように溶解し、低濃度 H G F 凍結乾燥製剤を得ることができる。

例 1 7 : 低濃度凍結乾燥製剤の作製 (本発明)

例 8 において、10 mM リン酸緩衝液 (pH6.5) の代わりに 10 mM リン酸緩衝液 (pH7.0) を用いて、H G F 1 mg/mL となるように溶解し、低濃度 H G F 凍結乾燥製剤を得ることができる。

例 1 8 : 低濃度凍結乾燥製剤の作製 (本発明)

例 8 において、100 mM アルギニンの代わりに 50 mM アルギニンを用いて、低濃度 H G F 凍結乾燥製剤を得ることができる。

例 1 9 : 低濃度凍結乾燥製剤の作製 (本発明)

例 8 において、アルギニンの代わりにリジンを用いて、低濃度 H G F 凍結乾燥製剤を得ることができる。

例 2 0 : 低濃度凍結乾燥製剤の作製 (本発明)

例 8 において、アルギニンの代わりにヒスチジンを用いて、低濃度 H G F 凍結乾燥製剤を得ることができる。

例 2 1 : 低濃度凍結乾燥製剤の作製 (本発明)

例 8 において、アルギニンの代わりにグルタミンを用いて、低濃度 H G F 凍結乾燥製剤を得ることができる。

例 2 2 : 低濃度凍結乾燥製剤の作製 (本発明)

例 8 において、アルギニンの代わりにシステインを用いて、低濃度 H G F 凍結乾燥製剤を得ることができる。

例 2 3 : 低濃度凍結乾燥製剤の作製 (本発明)

例 8 において、アルギニンの代わりにプロリンを用いて、低濃度 H G F 凍結乾燥製剤を得ることができる。

例 2 4 : 低濃度凍結乾燥製剤の作製 (本発明)

例 8 において、アルギニンの代わりにグルタミン酸ナトリウムを用いて、低濃度 H G F 凍結乾燥製剤を得ることができる。

例 2 5 : 低濃度凍結乾燥製剤の作製 (本発明)

例 8 において、アルギニンの代わりにアスパラギン酸ナトリウムを用いて、低濃度 H G F 凍結乾燥製剤を得ることができる。

例 2 6 : 低濃度凍結乾燥製剤の作製 (本発明)

例 8 において、アルギニンの代わりにグリシンを用いて、低濃度 H G F 凍結乾燥製剤を得ることができる。

例 27 : 低濃度凍結乾燥製剤の作製 (本発明)

例 8 において、バイアル瓶への充填量 2mL の代わりに 5mL を用いて、低濃度 HGF 凍結乾燥製剤を得ることができる。

例 28 : 低濃度凍結乾燥製剤の作製 (本発明)

140 mM 塩化ナトリウム、0.01% ポリソルベート 80 を含有する 10 mM リン酸ナトリウム緩衝液 (pH6.5) にデキストラン硫酸ナトリウム 50 mg/mL および HGF 1 mg/mL となるように溶解し、無菌濾過した後に HGF 水溶液を得る。本水溶液の pH を調整した後に、無菌的にバイアル瓶に 2 mL ずつ充填し、例 1 の凍結乾燥の条件と同様な条件により低濃度 HGF 凍結乾燥製剤を得ることができる。

試験例 1 : HGF の溶解度に関する評価

(1) HGF の溶解度の評価方法

HGF をポリプロピレン製チューブに秤量し、種々の濃度の塩化ナトリウムおよび安定化剤、0.01% ポリソルベート 80 を含有する 10 mM リン酸ナトリウム緩衝液を添加後、直ちにチューブを一定温度に 24 時間保持し、HGF を溶解した。溶解後直ちに遠心分離 (15,000 rpm、10 分間、一定温度) を行い、HGF 飽和溶液と未溶解 HGF を完全に分離し、上清をサンプリングした。低タンパク吸着性フィルター; ミリポア GV (親水性デュラポア; 0.22 μ m) で濾過し、得られた飽和溶液中の HGF 濃度を HPLC 法 (ゲル濾過法) により定量し、HGF の飽和溶解度を求めた。

HPLC による分析条件

カラム : TOSOH TSK G-3000SWXL (ϕ 0.78 \times 30cm)

流速 : 0.3 mL/min

検出波長 : OD 280nm

温度 : 30°C

キャリアー：0.3 M NaCl, 50 mM Phosphate Na, 0.1% SDS, pH7.5

アプライ：50 μ l

HGFの保持時間：24.0 min

(2) HGFの溶解度におよぼすpHの影響

140mM 塩化ナトリウム、0.01%ポリソルベート 80 を含有する 10 mM リン酸ナトリウム緩衝液で、pHの異なる溶液を調製し、4°Cおよび 20°CにおけるHGFの溶解度を(1)の方法で検討し、その結果を表2に示した。pHの低下に伴い、HGFの溶解度は徐々に増加し、pH5.0 以下で顕著な溶解度の向上が確認された。また、いずれの場合も温度上昇に依存した溶解度の増加を認めた。

表 2

	20°C	4°C
pH 7.5	0.8	0.4
pH 7.0	1.8	1.0
pH 6.0	2.3	1.3
pH 5.0	5.9	4.2

(HGFの溶解度を mg/mL で示した)

(3) HGFの溶解度におよぼす塩化ナトリウム濃度の影響

種々の濃度の塩化ナトリウム、0.01%ポリソルベート 80 を含有する 10 mM リン酸ナトリウム緩衝液 (pH7.5) を調製し、4°Cおよび 20°CにおけるHGF溶解度を(1)の方法で検討し、その結果を表3に示した。塩化ナトリウム濃度を上昇させるにしたがって、HGFの顕著な溶解度の増加を認めた。また、いずれの場合にも、温度上昇に依存したHGFの溶解度の増加を認めた。

表3

	20℃	4℃
無添加	0.3	0.1
+140 mM NaCl	0.8	0.4
+230 mM NaCl	3.2	1.4
+300 mM NaCl	8.5	4.0
+900 mM NaCl	>190	—

(HGFの溶解度を mg/mL で示した)

(4) HGFの溶解度におよぼす各種安定化剤の影響

各種医薬品添加剤のHGF溶解度におよぼす影響について検討した。種々の濃度の添加剤、140 mM 塩化ナトリウム、0.01%ポリソルベート 80 を含有する 10mM リン酸ナトリウム緩衝液 (pH 6.8~7.5) に、HGF 1 mg/mL となるように溶解し、HGF 水溶液を得た。96 穴マイクロタイタープレートに各ウェルあたり 200 μ L ずつ分注し、4℃にて 48 時間保存した後、プレートリーダーにて OD 450 nm を測定し HGF 水溶液の濁度を求めた。HGF の溶解度が低下し、HGF が凝集・沈澱するにともない溶液の濁度が上昇した。

添加物として、L-アミノ酸 20 種類 (アルギニン、リジン、ヒスチジン、セリン、スレオニン、アスパラギン、グルタミン、アスパラギン酸ナトリウム、グルタミン酸ナトリウム、システイン、グリシン、プロリン、アラニン、イソロイシン、ロイシン、メチオニン、フェニルアラニン、チロシン、トリプトファン、バリン)、糖類 7 種類 (マンニトール、果糖、トレハロース、ブドウ糖、ソルビトール、ショ糖、乳糖)、高分子類 3 種類 (デキストラン硫酸、デキストラン、PEG)、タンパク質類 3 種類 (ヒト血清アルブミン、酸性ゼラチン、塩基性ゼラチン)、界面活性剤 3 種類 (ポリソルベート 80、ポリソルベート 20、HCO-40、HCO-

60) について H G F の溶解度におよぼす影響を評価したところ、下記の物質に H G F の溶解度を保持する安定化作用が認められた。

①アミノ酸類；アルギニン、リジン、ヒスチジン、グルタミン酸ナトリウム、
アスパラギン酸ナトリウム、グルタミン、システイン、プロリン
(0.05 M で効果が確認された)

②多糖類；デキストラン硫酸 (0.1% で効果が確認された)

顕著な効果が認められたアミノ酸について、種々の濃度のアミノ酸、140 mM 塩化ナトリウム、0.01% ポリソルベート 80 を含有する 10 mM リン酸ナトリウム緩衝液 (pH7.0) を調製し、4°C における H G F の溶解度を (1) の方法で検討し、その結果を表 4 に示した。

表 4

		飽和溶解度	浸透圧比
添加剤なし		1. 0	1. 0
+ L - A r g	5 0 mM	7. 3	1. 3
+ L - L y s	5 0 mM	4. 5	1. 3
+ L - H i s	5 0 mM	3. 2	1. 2
+ L - G l u N a	5 0 mM	2. 2	1. 3
+ L - A r g	1 0 0 mM	> 1 0	1. 6
+ L - L y s	1 0 0 mM	> 1 0	1. 6
+ L - H i s	1 0 0 mM	4. 8	1. 4
+ L - G l u N a	1 0 0 mM	3. 2	1. 6

(H G F の溶解度を mg/mL で示した)

試験例 2

凍結乾燥前後の H G F 水溶液の性状

凍結乾燥過程における H G F の物理的安定性の変化を確認するため、凍結乾燥前の H G F 水溶液及び凍結乾燥後そのまま精製水で再溶解した H G F 水溶液を、4℃にて 24 時間保存後、溶解後の溶液の性状（濁り）を目視により観察した。凍結乾燥製剤の再溶解にかかる時間および浸透圧比についても評価した。その結果を表 5 に示す。

実施例 1 および 2 2 の製剤において、凍結乾燥製剤を再溶解した後に 4℃にて 2 4 時間保存することにより白濁したが、その他の実施例の製剤の性状に関しては安定であった。

表 5

製剤	凍結乾燥前の水溶液	再溶解後の水溶液	浸透圧比
実施例 1	白濁	瞬時、白濁	1.0
実施例 4	澄明	瞬時、澄明	2.0
実施例 5	澄明	溶けづらい、澄明	4.0
実施例 6	澄明	溶けづらい、澄明	3.9
実施例 8	澄明	瞬時、澄明	1.5
実施例 1 9	澄明	瞬時、澄明	1.6
実施例 2 0	澄明	瞬時、澄明	1.4
実施例 2 1	澄明	瞬時、澄明	1.3
実施例 2 2	澄明	溶けづらい、白濁	1.7
実施例 2 3	澄明	瞬時、澄明	1.3
実施例 2 4	澄明	瞬時、澄明	1.5
実施例 2 5	澄明	瞬時、澄明	1.5
実施例 2 6	澄明	瞬時、澄明	1.3
実施例 2 8	澄明	瞬時、澄明	1.3

試験例 3

凍結乾燥製剤溶解後の性状

実施例で作製した凍結乾燥製剤を、凍結乾燥直後および 25℃、40℃、50℃にて 1 ヶ月間保存後、再溶解にかかる時間、再溶解後の溶液の性状（濁り）を評価した。凍結乾燥製剤の溶解は精製水で行い、室温にて性状を評価した。その結果を表 6 に示す。

25℃保存において、実施例 2 2 の製剤において、凍結乾燥製剤を再溶解直後に白濁したが、その他のいずれの実施例の製剤も性状に関して安定であった。また、40℃および 50℃の保存においては、実施例 1，2 2，2 3，2 4 および 2 5 の製

剤は溶解直後に白濁したが、その他のいずれの実施例の製剤も性状に関して安定であった。

表 6

製剤	1 ヶ月保存品		
	25℃	40℃	50℃
実施例 1	瞬時、澄明	瞬時、白濁	瞬時、白濁
実施例 4	瞬時、澄明	瞬時、澄明	瞬時、澄明
実施例 5	溶けづらい、澄明	溶けづらい、澄明	溶けづらい、澄明
実施例 6	溶けづらい、澄明	溶けづらい、澄明	溶けづらい、澄明
実施例 8	瞬時、澄明	瞬時、澄明	瞬時、澄明
実施例 19	瞬時、澄明	瞬時、澄明	瞬時、澄明
実施例 20	瞬時、澄明	瞬時、澄明	瞬時、澄明
実施例 21	瞬時、澄明	瞬時、澄明	瞬時、澄明
実施例 22	溶けづらい、白濁	溶けづらい、白濁	溶けづらい、白濁
実施例 23	瞬時、澄明	瞬時、白濁	瞬時、白濁
実施例 24	瞬時、澄明	瞬時、白濁	瞬時、白濁
実施例 25	瞬時、澄明	瞬時、白濁	瞬時、白濁
実施例 26	瞬時、澄明	瞬時、澄明	瞬時、澄明
実施例 28	瞬時、澄明	瞬時、澄明	瞬時、澄明

試験例 4

凍結乾燥製剤における重合体含量変化

実施例で作製した凍結乾燥製剤を、凍結乾燥直後（イニシャル）、および 25℃、40℃、50℃にて 1 ヶ月間保存し、その凍結乾燥製剤に含まれる重合体含量と H G F 含量の比を測定した。試験例 1（1）の方法（ゲル濾過法）を使用した。その

結果を表 7 および表 8 に示す。

重合体の保持時間 : 20.4 min, 21.8 min

H G F の保持時間 : 24.0 min

保存温度の上昇にともない重合体生成に増加傾向が観察されるものの、特に実施例 8, 19 および 20 の凍結乾燥製剤は重合体の生成は極端に少なく物理化学的に安定であった。アルギニン、リジンおよびヒスチジンを添加することにより、高温保存しても重合体の生成は少なく（重合体生成率 : 40℃において約 3%以下、50℃において約 5~9%以下）、保存安定性が向上することが判明した。また、比較例として、アルギニンを含まない点以外は同様な成分及び方法により調製されている実施例 1 の凍結乾燥製剤を用いて同様な試験を実施したが、保存温度の上昇に伴い重合体生成の大幅な増加が観察された。

また表 8 に示されるように、H G F 濃度を低濃度化（5 mg/mL 未満）することにより、重合体生成は促進され、保存安定性が低下することが示された。凍結乾燥製剤の安定化剤として特開平 9-25411 号公報に記載されたグリシンおよびアラニンを用いた場合には、高濃度 H G F 凍結乾燥製剤（特開平 9-25411 号公報の実施例 5 および 6 : 20 mg/mL）に比べ、低濃度 H G F 凍結乾燥製剤（実施例 5, 6 および 26 : 1 mg/mL）では重合体生成が促進され、保存安定性が低下することが判明した。

一方、凍結乾燥製剤の安定化剤としてアルギニン、リジンおよびヒスチジンをを用いた実施例 8, 19 および 20 の凍結乾燥製剤は、低濃度 H G F 凍結乾燥製剤（1 mg/mL）でも重合体の生成が顕著に抑制され、保存安定性が向上することが示された。

表 7

製剤	1 ヶ月保存品			
	イニシャル	25°C	40°C	50°C
実施例 1	0.48	5.50	24.27	40.63
実施例 4	0.35	0.48	3.80	11.24
実施例 5	0.31	0.69	4.40	9.58
実施例 6	0.30	0.54	3.20	9.53
実施例 8	0.30	0.11	0.18	0.60
実施例 1 9	0.31	0.16	1.74	4.48
実施例 2 0	0.31	0.18	0.28	0.88
実施例 2 1	0.31	0.54	2.77	16.89
実施例 2 2	—	—	—	—
実施例 2 3	0.32	0.31	3.24	11.24
実施例 2 4	0.32	2.19	4.90	6.39
実施例 2 5	0.34	1.11	4.80	7.73
実施例 2 6	0.36	0.33	6.21	22.66
実施例 2 8	2.74	3.48	13.30	32.87
実施例 1 *	1.07			6.17
実施例 5 *	0.92			4.09
実施例 6 *	0.93			2.90
実施例 9 *	1.78			14.01

* 特開平 9-25241 号公報の表 4 及び表 6 からの引用

製剤 50℃で1ヶ月保存の凍結乾燥製剤
の重合体含量/HGF含量

实施例 1	(H G F 1 mg/mL)	40.63
实施例 4	(H G F 1 mg/mL)	11.24
实施例 9 *	(H G F 10 mg/mL)	14.01
实施例 1 *	(H G F 20 mg/mL)	6.17

实施例 5	(HGF 1 mg/mL)	9.58
实施例 5 *	(HGF 20 mg/mL)	4.09

实施例 6	(HGF 1 mg/mL)	9.53
实施例 6 *	(HGF 20 mg/mL)	2.90

pH7.0 および 7.2 を有する実施例 1 6 および 1 7 の凍結乾燥製剤は、50℃の保存において経時的に重合体生成が増大するものの、pH6.5 以下の pH を有する実施例 8 , 1 3 および 1 4 の製剤では重合体の生成は少なく、弱酸性の pH において安定性が向上することが判明した。

表 9

製剤	50℃保存品			
	イニシャル	1 ヶ月保存	2 ヶ月保存	3 ヶ月保存
実施例 1 4 (pH5.5)	0.48	0.38	0.56	0.76
実施例 1 3 (pH6.0)	0.35	0.91	0.51	1.31
実施例 8 (pH6.5)	0.31	1.40	1.58	1.28
実施例 1 7 (pH7.0)	0.30	1.26	2.16	2.96
実施例 1 6 (pH7.2)	0.30	5.64	7.63	12.71

試験例 6

凍結乾燥製剤の生物活性変化（比活性）

実施例 1 , 8 で作製した凍結乾燥製剤を、25℃、50℃にて 2 ヶ月間保存、あるいは 10℃、25℃にて 1.5 年間保存し、その凍結乾燥製剤を再溶解した水溶液の生物活性を、下記に示す生物活性測定方法で測定した。その結果を表 1 0 に示す。

生物活性測定方法

ヒト肝細胞株 PLC/PRF/5 を対数増殖期まで培養し、細胞生存率を確認後、 0.7×10^5 個/mL となるように細胞溶液を調製する。HGF サンプル及び標準品を添加した 96 穴アッセイプレートに細胞溶液を 100 μ L ずつ添加し、細胞数が 0.7×10^4 /ウェルとなるように播種した (n=4)。5%炭酸ガスインキュベータ内、37℃で 20 時間ブレインキュベーション後、さらに、「 3 H-チミジン」を添加し、6 時

間培養を続けた。培養完了後、ファルマシア社ベータプレートシステムを使用して、細胞の回収し、細胞内に取り込まれた「 ^3H 」量を測定した。測定結果を平行線検定法にかけ、HGF サンプルの比活性を標準品の比活性で除し、力価(%)を求めた。

実施例8のアルギニンを添加した凍結乾燥製剤においては、高温保存しても生物活性に殆ど変化はなく、生物活性の面で安定であった。また、比較例として、アルギニンを含まない点以外は同様な成分及び方法により調製されている実施例1の凍結乾燥製剤を用いて同様な試験を実施したが、保存温度の上昇に伴い生物活性の大幅な低下が観察された。

表 1 0

	2 ヶ月保存品		1.5 年保存品	
	25°C	50°C	10°C	25°C
実施例 1	64.5%	10.2%	—	—
実施例 8	87.1%	71.0%	72.6%	66.1%

産業上の利用可能性

本発明の凍結乾燥製剤は、臨床上有用な低濃度のHGFを含む水溶液を調製可能であり、凍結乾燥時及び凍結乾燥後の保存時に重合体の生成が少なく、安定性に優れている。また、凍結乾燥時に良好なケーキ形成性を有し、再溶解性に優れるという特徴を有しており、注射剤として望ましいpHおよび浸透圧比を有する製剤として調製することも可能である。

請 求 の 範 囲

1. 肝実質細胞増殖因子、肝実質細胞増殖因子の重合体生成を防止するための安定化剤、塩化ナトリウム、及び緩衝剤を含有する凍結乾燥製剤であって、肝実質細胞増殖因子を 5 mg/mL 未満の濃度で含有する水溶液から調製される製剤。
2. 肝実質細胞増殖因子、肝実質細胞増殖因子の重合体生成を防止するための安定化剤、塩化ナトリウム、及び緩衝剤を含有する凍結乾燥製剤であって、再溶解により肝実質細胞増殖因子を 5 mg/mL 未満の濃度で含有する水溶液を調製するための製剤。
3. 肝実質細胞増殖因子、肝実質細胞増殖因子の重合体生成を防止するための安定化剤、塩化ナトリウム、及び緩衝剤を含有する凍結乾燥製剤であって、肝実質細胞増殖因子を 5 mg/mL 未満の濃度で含有する水溶液から調製され、かつ再溶解により肝実質細胞増殖因子を 5 mg/mL 未満の濃度で含有する水溶液を調製するための製剤。
4. 安定化剤がアルギニン、リジン、ヒスチジン、グルタミン、プロリン、グルタミン酸、アスパラギン酸、硫酸化多糖類、及びこれらの薬理上許容される塩からなる群から選ばれる安定化剤である請求の範囲第 1 項から第 3 項のいずれか 1 項に記載の凍結乾燥製剤。
5. 安定化剤がアルギニン、リジン、ヒスチジン、グルタミン酸、アスパラギン酸、及びこれらの薬理上許容される塩からなる群から選ばれる請求の範囲第 1 項から第 3 項のいずれか 1 項に記載の凍結乾燥製剤。
6. 安定化剤がアルギニン、リジン、ヒスチジン、及びこれらの薬理上許容される塩からなる群から選ばれる請求の範囲第 1 項から第 3 項のいずれか 1 項に記載の凍結乾燥製剤。
7. 緩衝剤がリン酸塩である請求の範囲第 1 項から第 6 項のいずれか 1 項に記載の凍結乾燥製剤。
8. 凍結乾燥前の水溶液が注射剤として望ましい pH および浸透圧比を有する請

求の範囲第1項から第7項のいずれか1項に記載の凍結乾燥製剤。

9. 再溶解後の水溶液が注射剤として望ましいpHおよび浸透圧比を有する請求の範囲第1項から第7項のいずれか1項に記載の凍結乾燥製剤。

10. 凍結乾燥前の水溶液のpHが5～6.5の範囲である請求の範囲第8項又は第9項に記載の凍結乾燥製剤。

11. 再溶解後の水溶液のpHが5～6.5の範囲である請求の範囲第8項又は第9項に記載の凍結乾燥製剤。

12. さらに界面活性剤を含有する請求の範囲第1項から第11項のいずれか1項に記載の凍結乾燥製剤。

13. 界面活性剤が非イオン性界面活性剤である請求の範囲第12項に記載の凍結乾燥製剤。

14. 非イオン性界面活性剤がポリオキシエチレンエーテル系界面活性剤である請求の範囲第13項に記載の凍結乾燥製剤。

15. バイアル又はアンプル中に調製された請求の範囲第1項から第14項のいずれか1項に記載の凍結乾燥製剤。

16. 凍結乾燥時及び／又は凍結乾燥後の保存時におけるHGFの重合体生成を防止するために十分な量の安定化剤を含む請求の範囲第1項から第15項のいずれか1項に記載の凍結乾燥製剤。

17. HGFを5 mg/mL未満の濃度で含有する水溶液を凍結乾燥するために用いるHGFの安定化剤であって、アルギニン、リジン、ヒスチジン、グルタミン、プロリン、グルタミン酸、アスパラギン酸、硫酸化多糖類、及びこれらの薬理上許容される塩からなる群から選ばれる安定化剤。

18. 凍結乾燥時及び／又は凍結乾燥後の保存時におけるHGFの重合体生成を防止することができる請求の範囲第17項に記載の安定化剤。

19. 凍結乾燥時及び／又は凍結乾燥後の保存時におけるHGFの重合体生成を防止するために十分な量で用いられる請求の範囲第17項に記載の安定化剤。

20. アルギニン、リジン、ヒスチジン、グルタミン酸、アスパラギン酸、及び

これらの薬理上許容される塩からなる群から選ばれる請求の範囲第 17 項から第 19 項のいずれか 1 項に記載の安定化剤。

21. アルギニン、リジン、及びこれらの薬理上許容される塩からなる群から選ばれる請求の範囲第 17 項から第 19 項のいずれか 1 項に記載の安定化剤。

要 約 書

肝実質細胞増殖因子 (HGF)、アルギニン又はリジンなどの安定化剤、塩化ナトリウム、及び緩衝剤を含有する凍結乾燥製剤であって、肝実質細胞増殖因子を 5 mg/mL 未満の濃度で含有する水溶液から調製され、及び／又は再溶解により肝実質細胞増殖因子を 5 mg/mL 未満の濃度で含有する水溶液を調製するための保存安定性に優れた製剤。